

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 617-089-001-057.36

**ТРУХАН**  
**Алексей Петрович**

**ХИРУРГИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ВЗРЫВНЫХ ТРАВМАХ  
И ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЯХ МИРНОГО ВРЕМЕНИ**

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

по специальности 14.01.17 – хирургия

Минск 2017

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет».

**Научный консультант:** **Жидков Сергей Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Республики Беларусь, профессор кафедры военно-полевой хирургии военно-медицинского факультета в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет»

**Официальные оппоненты:** **Завада Николай Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры неотложной хирургии государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования»

**Самохвалов Игорь Маркеллович**, доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный врач Российской Федерации, заведующий кафедрой и клиникой военно-полевой хирургии Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации – заместитель Главного хирурга Министерства обороны Российской Федерации

**Глушанко Василий Семенович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общественного здоровья и здравоохранения учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»

**Оппонирующая организация:** учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет»

Защита состоится 17 октября 2017 года в 13.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 03.18.05 при учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет» по адресу: 220116, г. Минск, пр-т Дзержинского, 83, e-mail: uchsovet@bsmu.by, тел. 272 55 98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет».

Автореферат разослан «\_\_\_» сентября 2017 года.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций,  
доктор медицинских наук, доцент



Н.В. Шаковец

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема взрывных травм и огнестрельных ранений среди мирного населения становится все более актуальной как в развивающихся, так и в развитых странах [Парфенов В.Е. и др., 2013; Бордаков В.Н., 2014; Заворотный А.Г., 2014; Гончаров С.Ф., 2016; Bruner D., 2011; Molina D.K., 2013; Crandall M. et al., 2015; Jakoi A. et al., 2015].

Большое значение имеет не только индивидуальная подготовка врачей-специалистов, но и их способность организовать работу по оказанию медицинской помощи максимально возможному количеству пострадавших [Бочкарева И.В., 2011; Степанов А.В., 2012; Zafar H. et al., 2011].

К сожалению, данные проблемы актуальны и для Республики Беларусь. Это подчеркивает значимость знания врачами принципов оказания медицинской помощи при массовом поступлении пострадавших [Дадаев А.Я. и др., 2013; Шкарин Б.В., 2014]. Актуальна разработка практических рекомендаций по действиям врачей-хирургов при оказании медицинской помощи большому количеству пострадавших.

В настоящее время в Республике Беларусь отсутствуют данные по оценке уровня знаний врачей-хирургов по вопросам патогенеза и лечения огнестрельной раны. Это не позволяет оценить эффективность существующей системы подготовки врачей-хирургов по работе при чрезвычайных ситуациях.

Изучение вопросов формирования раневого канала при огнестрельных ранениях является основой для обоснования методов лечения [Сапин М.Р., 2009; Лукьяненко А.В., 2011; Bartlett C.S., 2003]. Одним из современных методов диагностики является прямая оксиметрия, позволяющая оценить процессы оксигенации тканей и их функциональное состояние [Титовец Э.П., 2003; Кавалерский Г.М. и др., 2012; Корик В.Е., 2014; Andrews K.L. et al., 2013]. В литературе недостаточно данных по исследованию массопереноса кислорода в мышцах конечности при огнестрельных ранениях.

Сложности лечения огнестрельной травмы связаны и с общими изменениями в организме раненого (биохимическими изменениями и изменениями во внутренних органах) [Амиров А.М., 2008; Шелепов А.М., 2009; Тюрин В.П., 2010; Халимов Ю.Ш. и др., 2012]. При этом не изучена роль кинетической энергии огнестрельных ранящих снарядов в развитии отдаленных висцеральных изменений.

В медицинской литературе нет однозначной оценки эффективности применения турникета для предупреждения развития посттравматического эндотоксикоза при обширном разрушении мышц конечности.

Наличие микроциркуляторных нарушений в стенках раневого канала при огнестрельных и минно-взрывных ранениях и связанные с этим процессы

гипоксии тканей являются основанием для изучения возможности применения антигипоксантов для лечения данного вида повреждений [Толстых М.П. и др., 2005; Лукьянова Л.Д., 2011; Мехтиев Н.М. и др., 2014; Сакович Е.Ф., 2015].

Приведенные положения определяют актуальность выполненной диссертационной работы, направленной на разработку концепции оказания хирургической помощи при взрывных травмах и огнестрельных ранениях мирного времени.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Связь работы с научными программами, темами**

Диссертационное исследование проведено в рамках научно-исследовательских работ «Оптимизация оказания помощи при боевой хирургической травме», выполняемой по заказу военно-медицинского управления Министерства обороны Республики Беларусь (№ регистрации 3.07.10, сроки выполнения – 2011–2015 гг.) и «Разработать и внедрить новые инновационные методы диагностики и комплексного лечения пациентов с острой и хронической хирургической патологией» (№ государственной регистрации ЦГА НИОКР 20110630, сроки выполнения – 2011–2015 гг.) военно-научной школы кафедры военно-полевой хирургии учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» (БГМУ) (руководитель школы – профессор Жидков С.А.).

### **Цель и задачи исследования**

*Цель исследования:* разработать комплексную программу оказания хирургической помощи при взрывных травмах и огнестрельных ранениях мирного времени, направленную на повышение эффективности работы организаций здравоохранения при чрезвычайных ситуациях, основанную на организационно-методических принципах и экспериментально обоснованных новых методах лечения.

#### *Задачи исследования:*

1. Установить особенности структуры взрывных повреждений при взрыве в замкнутом пространстве для определения приоритетных направлений диагностических мероприятий.

2. Разработать и внедрить в практику здравоохранения новые организационно-методические принципы работы по оказанию медицинской помощи при поступлении большого числа пострадавших.

3. Оценить необходимость повышения квалификации врачей-хирургов по вопросам патогенеза и лечения огнестрельных ран.

4. Определить особенности изменений в мышцах конечности и общей реакции организма при огнестрельных ранениях на основании биохимических, морфологических показателей, а также на основании прямой оксиметрии мышц.

5. Оценить эффективность применения турникета для предупреждения развития посттравматического эндотоксикоза при разрушении мышц конечности.

6. Оценить эффективность паравульнарного внутримышечного введения лекарственных средств антигипоксанта действия при лечении огнестрельных ранений конечностей.

### **Научная новизна**

Разработаны и внедрены в лечебную деятельность организаций здравоохранения Республики Беларусь и стран СНГ новые организационно-методические принципы работы: «эвакоопределяющая патология» как комплексный показатель выбора направления эвакуации, ставший основой для создания алгоритма проведения эвакуационной медицинской сортировки в очаге массовых санитарных потерь; концепция «контроль медицинских ресурсов», определяющая порядок работы организаций здравоохранения в первые часы после чрезвычайной ситуации.

Обоснована необходимость повышения квалификации врачей-хирургов по вопросам оказания хирургической помощи пострадавшим с огнестрельными ранениями.

Впервые при огнестрельных ранениях применен метод прямой оксиметрии мышечной ткани для выявления особенностей формирования зон огнестрельной раны.

В эксперименте изучены особенности общей реакции организма на огнестрельное ранение конечности, обусловленные кинетической энергией ранящего снаряда, на основании биохимических показателей крови и морфологических изменений во внутренних органах.

Впервые в эксперименте доказано отрицательное воздействие профилактического применения турникета при обширном разрушении мышц конечности.

Впервые проведена оценка эффективности паравульнарного внутримышечного введения препаратов антигипоксанта действия (мексидел и эмоксипин) при лечении огнестрельных ранений мышц конечностей.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Вследствие применения взрывного устройства у 47,2 % пациентов выявлены сочетанные травмы с большим удельным весом повреждений нижних конечностей (69,8 % пострадавших с повреждениями мягких тканей и 90 % пострадавших с переломами костей) и у 35,4 % – комбинированные повреждения, обусловленные преимущественно воздействием механического и бароакустического факторов.

2. Особенности оказания медицинской помощи пострадавшим вследствие террористического акта в крупном населенном пункте является

одномоментное привлечение большого числа организаций здравоохранения различного профиля. В течение первых 1,5 часов после теракта произошло 67,7 % обращений пострадавших за медицинской помощью, что требует рационального выбора направлений эвакуации. Предложенные организационные принципы оказания медицинской помощи пострадавшим вследствие чрезвычайных ситуаций позволяют рационально использовать имеющиеся силы и средства организаций здравоохранения.

3. Существует необходимость повышения квалификации врачей-хирургов по вопросам оказания хирургической помощи пострадавшим с огнестрельной травмой. Это обусловлено неудовлетворительным уровнем знаний особенностей патогенеза и лечения огнестрельных ранений, на который не оказывают статистически значимого влияния квалификация врачей и место их работы ( $p > 0,05$ ).

4. В результате проведения прямой оксиметрии выявлено более выраженное нарушение обмена кислорода в мышцах огнестрельной раны по сравнению с неогнестрельной раной.

5. Огнестрельное ранение мышц конечности приводит к значимому повышению биохимических маркеров мышечной деструкции (калий, креатининфосфокиназа, миоглобин), полиорганной дисфункции (мочевина, аминотрансферазы), а также к более выраженным морфологическим изменениям в легких и почках ( $p < 0,05$ ).

6. Применение турникета для предупреждения развития посттравматического эндотоксикоза при обширном разрушении мышц конечности обуславливает увеличение выраженности деструктивных изменений в мышцах поврежденной конечности и более значимые повреждения почек и легких.

7. Паравульнарное внутримышечное введение метилэтилпиридинола гидрохлорида (эмоксипина) при лечении огнестрельной раны позволяет ускорить процессы заживления за счет устранения тканевой гипоксии, в том числе путем улучшения микроциркуляции.

#### **Личный вклад соискателя ученой степени**

Автором лично определены цели и задачи, объем исследования, разработаны его этапы. Совместно с научным консультантом проведен анализ медицинской документации 195 пациентов. Соискателем проведено анкетирование 284 врачей-хирургов, смоделирована огнестрельная травма конечности у 30 животных и неогнестрельная травма конечности у 33 животных. Основные научные результаты, представленные в диссертации, получены автором лично и изложены в статьях. Анализ характера повреждений у пострадавших вследствие взрыва в Минском метрополитене 11 апреля 2011 года и особенностей оказания им медицинской помощи [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,

10, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 29, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 41, 42] – вклад соискателя 95 %. Анкетирование врачей-хирургов по вопросам патогенеза и особенностей лечения огнестрельных ран [1, 8, 9, 12, 15, 40] – вклад соискателя 95 %. Оценка морфологических и функциональных изменений в мышцах конечности при огнестрельных ранениях [1, 21, 22, 35] – вклад соискателя 90 %. Анализ биохимических и висцеральных изменений при огнестрельных и неогнестрельных ранениях [23, 24, 26, 30, 36, 37] – вклад соискателя 90 %. Оценка эффективности применения турникета для профилактики посттравматического эндотоксикоза [1, 18, 19, 43] – вклад соискателя 90 %. Оценка эффективности паравульнарного внутримышечного введения лекарственных средств антигипоксанта действия при лечении огнестрельных ранений [25, 27, 28] – вклад соискателя 90 %. Морфологические исследования проведены на базе кафедры патологической анатомии БГМУ. Соискателем проведена статистическая обработка полученных данных, их анализ и интерпретация, сформулированы выводы и практические рекомендации.

#### **Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов**

Результаты исследований и основные положения диссертации были доложены и обсуждены: на международной конференции «Охрана здоровья военнослужащих в региональных военных, климатических и эпидемиологических условиях» (Москва, 2012); XXVI пленуме хирургов Республики Беларусь (Бобруйск, 2012); Всеукраинской научно-практической конференции с международным участием «Военная хирургия – современная концепция оказания экстренной и высокоспециализированной медицинской помощи» (Одесса, 2012); обществе хирургов города Минска и Минской области (Минск, 2012); 3-м Азиатско-Тихоокеанском конгрессе военной медицины Международного комитета военной медицины (Абу-Даби, Объединенные Арабские Эмираты, 2012); научной сессии БГМУ (Минск, 2013); Всеукраинской научно-практической конференции с международным участием «Современные технологии оказания специализированной хирургической помощи в условиях мирного и военного времени» (Киев, 2013); международной научно-практической конференции по военной медицине (Санкт-Петербург, 2013); VIII Всероссийской конференции общих хирургов с международным участием (Самара, 2014); республиканской научно-практической конференции, посвященной 25-летию кафедры скорой медицинской помощи и медицины катастроф ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» (БелМАПО) (Минск, 2014), научной сессии БГМУ (Минск, 2015); республиканской научно-практической конференции с международным участием «Военная медицина: реалии и перспективы» (Минск, 2015); республиканской научно-практической конференции «Актуальные вопросы

оказания медицинской помощи при сочетанной травме на современном этапе» (Минск, 2015); областной научно-практической конференции «Актуальные вопросы диагностики и лечения хирургических болезней у лиц молодого возраста» (Гродно, 2016).

Получены: 1 патент, 2 решения о выдаче патента, 4 удостоверения на рационализаторские предложения; разработаны и утверждены Министерством здравоохранения Республики Беларусь 2 инструкции по применению. Результаты исследований внедрены в работу УЗ «2-я городская клиническая больница» г. Минска и УЗ «4-я городская клиническая больница» г. Минска, ГУ «1134 военный медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь» (г. Гродно), ГУ «592 военный медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь» (г. Борисов), ГУ «Республиканский госпиталь Департамента финансов и тыла Министерства внутренних дел Республики Беларусь», Центра медицинского обеспечения Республиканского отряда специального назначения Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, клиники кафедры военно-полевой хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова Министерства обороны Российской Федерации, а также в учебный процесс кафедры военно-полевой хирургии БГМУ, кафедры организации медицинского обеспечения войск и экстремальной медицины БГМУ, кафедры скорой медицинской помощи и медицины катастроф БелМАПО, военных кафедр учреждений образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», «Гомельский государственный медицинский университет», «Гродненский государственный медицинский университет», кафедры военно-полевой хирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова Министерства обороны Российской Федерации.

За выполнение диссертационного исследования соискателю назначена стипендия Президента Республики Беларусь для молодых ученых на 2016 год.

### **Опубликование результатов диссертации**

По материалам диссертации опубликованы: 1 монография (объем 10,9 авторского листа, тираж 110 экземпляров), 27 статей в научных рецензируемых журналах (12,8 авторского листа), из них 4 – в зарубежных журналах, 2 статьи в сборниках научных работ, 7 работ в материалах конференций, 3 тезисов докладов.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, обзора литературы, материалов и методов исследования, 7 глав собственных исследований, заключения, библиографического списка и приложений. Библиографический список на 33 страницах включает 413 источников, из них 260 отечественных и 153 иностранных авторов, а также



43 публикации соискателя. Полный объем диссертации изложен на 213 страницах машинописного текста, содержит 35 таблиц на 13 страницах, 49 рисунков на 22 страницах, приложения на 30 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### **Материалы и методы исследования**

**Характеристика клинических исследований.** Ретроспективное многоцентровое исследование основано на анализе результатов оказания медицинской помощи 195 пострадавшим вследствие террористического акта на станции «Октябрьская» Минского метрополитена 11 апреля 2011 года, обратившимся в организации здравоохранения, оказывающие стационарную медицинскую помощь, в день осуществления теракта. Женщин было 111 (56,9 %), мужчин – 84 (43,1 %). Возраст пациентов составил от 2 до 65 лет (27 (20–44)).

Анализ факторов танатогенеза основан на результатах судебно-медицинских экспертиз 11 трупов, из них 5 женщин, 6 мужчин, в возрасте от 18 до 57 лет (43 (23–52)).

**Оценка уровня знаний вопросов патогенеза и лечения огнестрельных ранений.** Выполнено анкетирование врачей-хирургов (проспективное рандомизированное многоцентровое исследование) в период прохождения ими курсов повышения квалификации в БелМАПО, а также в ГУ «1134 военный клинический медицинский центр Вооруженных сил Республики Беларусь» (г. Гродно), в ГУ «592 военный медицинский центр Вооруженных сил Республики Беларусь» (г. Борисов). Для тестирования использовали специально разработанные для данного исследования вопросы, утвержденные научной проблемно-экспертной комиссией «Хирургические болезни» (протокол № 1 от 14.03.2012). Тесты включали 10 вопросов по огнестрельным ранениям (блок «Огнестрельная рана»). На каждый вопрос анкетиремым необходимо было выбрать один ответ из предложенных четырех или пяти вариантов. В анкете также указывался стаж работы врачом-хирургом, квалификационная категория, наличие специализации и прохождение клинической ординатуры, характеристика места работы. Результаты тестирования оценивались как неудовлетворительные (недостаточный уровень знаний), если количество правильных ответов у анкетиремого составляло 50 % и менее от числа предложенных вопросов (в группе оценивали значение медианы) [Чельшкова М.Б., 2002].

**Характеристика врачей, участвующих в исследовании.** В исследовании приняли участие 284 врача-хирурга, разделенные на 2 группы:

– основная группа – 270 хирургов, работающих в различных организациях Министерства здравоохранения Республики Беларусь;

– группа сравнения – 14 хирургов, работающих в различных военно-медицинских организациях Министерства обороны Республики Беларусь.

Выделение данных групп было связано с существующими различиями в подготовке и условиях работы хирургов различной ведомственной принадлежности и соответствовало задаче исследования.

В основной группе врачи с высшей квалификационной категорией составили 17,8 %, с первой – 33,7 %, со второй – 18,9 %, 29,6 % врачей не имели квалификационной категории. Стаж хирургической работы составлял от 1 года до 48 лет (12 (3–23)). Наибольшее количество врачей (33,7 %) имело стаж от 1 до 5 лет. 38 врачей (14,1 %) имело «узкую» специализацию. Хирурги различались как по месту работы (г. Минск – 21,9 % (59), областной центр – 21,1 % (57), районный центр – 57,0 % (154)), так и по уровню оказания медицинской помощи (поликлиника – 13,3 % (63), общехирургическое отделение – 70,4 % (190), специализированное отделение – 6,3 % (17)). Не было выявлено статистически значимых различий по соотношению «амбулаторное звено/стационарное звено» в группах «г. Минск», «Областной центр», «Районный центр» ( $\chi^2 = 0,185$ ,  $p = 0,912$ ).

В группе сравнения 28,6 % хирургов не имело квалификационной категории, у 21,4 % была вторая категория, у 35,7 % – первая, у 14,3 % – высшая квалификационная категория. По данному признаку группа сравнения и основная группа статистически значимо не различались ( $\chi^2 = 0,158$ ;  $p > 0,05$ ). Стаж хирургической работы составлял от 1 года до 34 лет.

Таким образом, в исследовании принимали участие хирурги, различающиеся как по квалификации, так и по месту работы. Это позволяет утверждать, что представленная выборка соответствует генеральной совокупности и позволяет достигнуть цели исследования.

**Экспериментальная часть работы** выполнялась на базе вивария БГМУ по согласованию с комитетом по биомедицинской этике.

**Моделирование огнестрельных и неогнестрельных ранений.** Объектом проспективного рандомизированного исследования были 30 кроликов, разделенные на 2 группы, по 15 животных в каждой.

Моделирование огнестрельного ранения (основная группа) осуществлялось на полигоне войсковой части 71327. Огнестрельное ранение наносилось из малокалиберной винтовки ТОЗ-8 (калибр 5,6 мм) пульей уменьшенной массы (1,6 г) с расстояния 5 метров в бедро тазовой конечности.

В группе сравнения наносилось неогнестрельное ранение такой же локализации. Использовался металлический стержень, диаметр которого (5,6 мм) соответствовал калибру пули, применяемой в основной группе.

Животные обеих групп были разделены на три подгруппы (по 5 животных) в зависимости от сроков вывода из эксперимента (24, 48 и 72 часа

после ранения). У каждого животного выполнялась прямая оксиметрия мышц травмированной конечности в пяти точках, которые располагались по условной линии, проходящей вдоль оси конечности через рану с интервалом в 1 см. Точка 3 соответствовала поверхности раневого канала, точка 1 и 2 определялись на мышцах проксимальнее раны, точки 4 и 5 – дистальнее. Использовался модифицированный оксиметр, собранный на базе анализатора газов крови ABL 330 (Radiometr) и разрешенный к использованию в лабораторных условиях решением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 мая 2009 года № 11-11/827-604. Измерения проводили по стандартной методике [Корик В.Е., 2014]. Изучалось парциальное давление кислорода в тканях (мм рт. ст.) и скорость массообмена кислорода в интервале 145–155 мм рт. ст. (мм рт. ст./мин).

После выполнения оксиметрии из ушной вены осуществлялся забор крови для биохимического анализа. Исследование крови проводилось на биохимическом анализаторе Mindray BS-300 и электролитном анализаторе ШТЕ по стандартным методикам. Изучались показатели, свидетельствующие о разрушении мышечной ткани (калий, креатининфосфокиназа (КФК), миоглобин), а также показатели, свидетельствующие о наличии полиорганной дисфункции в организме животных (креатинин, мочевины, аланиламинотрансфераза (АлАТ), аспартатаминотрансфераза (АсАТ), соотношение АсАТ / АлАТ (коэффициент Де Ритиса)).

После вывода животного из эксперимента для анализа морфологических изменений осуществлялся забор ткани мышц конечности из указанных пяти точек (у животных всех подгрупп), а также внутренних органов: печени, почек, легких (через 72 часа после ранения), по стандартной методике готовились срезы с окраской гематоксилином и эозином, Марциус алым голубым (Martius Scarlet Blue, MSB). Морфологические исследования проведены совместно с заведующим кафедрой патологической анатомии БГМУ, кандидатом медицинских наук, доцентом Т.А. Летковской.

Для объективной оценки морфологических изменений и возможности сравнения их выраженности в различных группах животных были разработаны индексы, позволяющие получить числовую характеристику визуально получаемых данных. Индексы основаны на учете наиболее значимых признаков, определяемых при световой микроскопии, каждому из которых в зависимости от его выраженности присваивалась балльная оценка с последующим суммированием полученных баллов (более высокие значения индекса были характерны для более выраженных изменений). Использовали индекс морфологических изменений мышц (ИМИМш) (рационализаторское предложение № 18 от 25.09.2014), индекс морфологических изменений почек (ИМИПч) (рационализаторское предложение № 16 от 25.09.2014), индекс

морфологических изменений легких (ИМИЛг) (рационализаторское предложение № 17 от 25.09.2014), индекс морфологических изменений печени (ИМИПеч) (рационализаторское предложение № 10 от 29.09.2015).

**Оценка эффективности профилактического применения турникета при разрушении мышц конечности.** Объектом проспективного рандомизированного контролируемого исследования были 18 кроликов. Обширное разрушение мышц конечности моделировалось при помощи прибора регулируемой компрессии (патент на полезную модель № 10165).

Сдавление осуществлялось на площади  $6 \text{ см}^2$ , сила компрессии –  $25 \text{ кг/см}^2$ , срок компрессии – 5 часов (решение о выдаче патента на изобретение № а 20130770), что было достаточно для развития у животных реперфузионного синдрома и соответствовало задаче исследования.

Все животные были разделены на 2 группы по 9 животных в каждой. В основной группе сразу после устранения компрессии на поврежденную тазовую конечность выше места компрессии накладывался жгут-закрутка на 1,5 часа (оптимальный срок безопасного применения турникета в летнее время – исследование проводилось в теплом помещении). В группе сравнения турникет не использовался.

В обеих группах осуществлялся двукратный забор крови для биохимического исследования: через 1,5 часа после устранения компрессии (для оценки влияния на показатели полученной травмы) и через сутки после устранения компрессии (для оценки влияния на показатели реперфузии-рециркуляции). Биохимический анализ крови выполнялся на биохимическом анализаторе Mindray BS-400 и электролитном анализаторе ILITE по стандартным методикам.

Животных выводили из эксперимента через 72 часа после снятия компрессии. Для анализа морфологических изменений осуществлялся забор тканей мышцы сдавливаемой конечности, почки, легкого, по стандартной методике готовили срезы с окраской гематоксилином и эозином.

**Сравнение различных методов лечения огнестрельных ранений.** Объектом проспективного рандомизированного контролируемого исследования были 15 кроликов, которым наносили сквозное пулевое ранения тазовой конечности (без повреждения кости и сосудов) по описанной выше методике. Животные были разделены на три группы по 5 кроликов в зависимости от вида лекарственного средства, которое вводили паравульнарно внутримышечно в ткани с сохраненной жизнеспособностью (на расстоянии 1 см от края раны из 4 точек по 0,5 мл в каждой на глубину 0,5–1,5 см) ежедневно в течение 7 суток.

В первой группе применяли 3 % раствор для инъекций метилэтилпиридинола гидрохлорида (эмоксипин) из расчета 10 мг/кг массы

и физиологический раствор хлорида натрия до общего объема 2 мл (группа «Эмоксипин»).

Во второй группе применяли 5 % раствор для инъекций этилметилгидроксипиридина сукцината (мексibel) из расчета 10 мг/кг массы и физиологический раствор хлорида натрия до общего объема 2 мл (группа «Мексibel»).

В третьей группе (контрольной) применяли 2 мл физиологического раствора хлорида натрия (группа «Контроль»).

Для оценки динамики раневого процесса на 1, 3, 5, 7 сутки после ранения у каждого животного методом поверхностной биопсии по М.Ф. Камаеву проводился забор раневого экссудата с приготовлением 4 препаратов для цитологического исследования (по два из каждой полуокружности раны). Два препарата после высыхания для фиксации погружали в метиловый спирт на 5 минут, после фиксации препарат окрашивали по Романовскому и Гимзе. Два препарата после высыхания окрашивали красителем Мая–Грюнвальда в течение 5 минут, после чего промывали проточной водой. Препараты исследовали методом световой микроскопии.

На основании визуализируемой картины выделяли следующие типы цитогамм [Кузин М.И., 1990; Абаев Ю.К., 2006]: некротический, дегенеративно-воспалительный, воспалительный (характеризуют течение первой фазы раневого процесса – фазы воспаления), воспалительно-регенераторный, регенераторно-воспалительный, регенераторный (характеризуют течение второй фазы раневого процесса – фазы регенерации).

После выведения животных из эксперимента на 7 сутки после ранения для анализа морфологических изменений осуществлялся забор ткани мышц конечности из пяти точек, описанных выше. Из гистологического материала по стандартной методике готовились парафиновые блоки, выполнялись срезы с окраской гематоксилином и эозином, Марциус алым голубым (MSB).

**Статистические методы.** Данные, характеризующиеся непараметрическим распределением, представлены в виде  $Me$  (25–75 %), где  $Me$  – медиана, (25–75 %) – 25 и 75 процентиля. Анализ статистической значимости межгрупповых различий качественных признаков проводили с помощью критерия  $\chi^2$  Пирсона. Для оценки статистической значимости различий в количественных признаках, не соответствующих закону нормального распределения, между двумя группами применяли U-тест Манна–Уитни (Mann–Whitney U test) (M-W), между тремя и более группами – H-тест Крускала–Уоллиса (Kruskal–Wallis test) (K-W). Для сравнения показателей у животных одной группы (зависимые данные) использовали критерий Wilcoxon. Результаты считали достоверно различными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

## Результаты собственных исследований и их обсуждение

**Характеристика повреждений у пострадавших вследствие террористического акта 11 апреля 2011 года.** 11 апреля 2011 года в 17 часов 55 минут на станции «Октябрьская» Минского метрополитена был осуществлен террористический акт – взрыв самодельного взрывного устройства.

Повреждения двух и более анатомических областей, т. е. сочетанная травма, были у 47,2 % пострадавших (92 из 195). Из этих пациентов 47,8 % имели повреждения двух анатомических областей, 25,0 % – трех, 16,3 % – четырех, 10,9 % – пяти и более областей. Комбинированные повреждения, обусловленные воздействием на организм человека нескольких повреждающих факторов взрыва, были установлены у 35,4 % пострадавших (69 из 195). При этом у 56 пострадавших (81,2 %) повреждения были вызваны двумя факторами, у 13 пострадавших (18,8 %) – тремя и более факторами. Была выявлена наиболее частая встречаемость совместного воздействия механического и бароакустического факторов – у 54 пострадавших (78,3 %). Знание этих особенностей является основой проведения диагностического поиска для своевременного выполнения лечебных мероприятий.

Термин «травматический шок» различных степеней тяжести фигурировал в диагнозе у 17 (8,7 %) пострадавших, «геморрагический шок» – у 3 пациентов, «острая кровопотеря» – у 3 пациентов. Различные виды посттравматических стрессовых реакций были указаны в диагнозе у 16 (8,2 %) пострадавших. Отравление продуктами горения (токсическое действие дымов, газов) было выявлено у 8 (4,1 %) пациентов. Беременность различного срока была у 5 из 111 женщин (4,5 %), трем из них был выставлен диагноз «Угроза прерывания беременности».

Повреждения мягких тканей различных анатомических областей были выявлены у 126 человек (64,6 %), чаще встречались раны кожного покрова (у 92 из 126 пострадавших – 73,0 %). Ожоги различной локализации и глубины были у 13 (6,7 %) пациентов.

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) различной степени тяжести была отмечена у 64 пострадавших (32,8 %), наряду с преобладающими функциональными обратимыми изменениями (сотрясение головного мозга) в 15,6 % встречались морфологические изменения в головном мозге и его оболочках в сочетании с переломами костей основания и свода черепа.

Бароакустическая травма была определена у 93 пациентов (47,7 %), из них у 41 пострадавшего (44,1 %) в результате ударного воздействия произошла перфорация барабанной перепонки, у 27 (29,0 %) – односторонняя перфорация, у 14 (15,1 %) – перфорация с обеих сторон. Такая высокая частота данного вида повреждений связана с особенностями взрыва в замкнутом пространстве.

Травмы груди были диагностированы у 38 пострадавших (19,5 %). Повреждения мягких тканей были в 32 случаях: ссадины и ушибы – у 16 (50,0 %), раны – у 15 (46,9 %), ожоги – у 5 (15,6 %). Ушиб сердца диагностирован у 1 пациента, ушиб легкого – у 2 пациентов.

Травмы живота выявлены в 31 случае (15,9 %), при этом у 23 (74,2 %) были выявлены различные повреждения мягких тканей передней брюшной стенки и поясничной области, от ссадин и ушибов до рваных ран. Разрывы селезенки диагностированы в 2 случаях (6,5 %), проникающие ранения живота с повреждением полых органов – в 3 случаях (9,7 %).

Травмы таза были диагностированы у 18 человек (9,2 %). В подавляющем большинстве из них это были одиночные или множественные осколочные ранения ягодичной области (13 пациентов (72,2 %)).

Переломы костей конечностей отмечены у 40 пострадавших (20,5 %). Оскольчатые переломы отмечены у 31 (77,5 %). Наиболее часто диагностировали переломы костей голени (31 раненый (77,5 %)). Травматический отрыв нижних конечностей произошел у 4 пациентов.

Таким образом, расположение взрывного устройства на уровне пола обусловило повреждения различных анатомических областей с преимущественным поражением нижних конечностей (69,8 % пострадавших с повреждениями мягких тканей и 90 % пострадавших с переломами костей). Одной из основных особенностей взрыва в замкнутом пространстве является большой удельный вес бароакустической травмы – 47,7 %, среди них в 44,1 % имеется перфорация барабанной перепонки.

**Анализ факторов танатогенеза.** У 3 из 11 погибших (27,3 %) причиной наступления смерти были несовместимые с жизнью повреждения, обусловленные массивным воздействием на организм множественных поражающих факторов взрыва при нахождении пострадавших на близком расстоянии от взрывного устройства.

Массивная кровопотеря в сочетании с травматическим шоком была причиной смерти в 6 случаях (54,5 %), которая наступала в результате резкого уменьшения объема циркулирующей крови и выраженной нервной импульсации из поврежденных тканей и органов. Массивная кровопотеря как причина смерти была определена у 2 погибших (18,2 %). Таким образом, для успешного лечения взрывной травмы первоочередное значение имеет временная остановка наружного кровотечения и раннее начало противошоковых мероприятий.

**Особенности оказания медицинской помощи пострадавшим вследствие террористического акта 11 апреля 2011 года.** Бригадами УЗ «Городская станция скорой медицинской помощи» (ГССМП) в клиники г. Минска 11 апреля 2011 года доставлено 107 из 195 пострадавших (54,9 %).

Было задействовано 74 бригады УЗ «ГССМП». Чаще всего пациенты доставлялись в стационар линейными бригадами СМП (63,5 %), что объясняется их наибольшим удельным весом, и бригадами интенсивной терапии (22,9 %). Количество пациентов, доставленных врачебными и фельдшерскими бригадами, было сопоставимо (55 и 52 пострадавших соответственно). Таким образом, всем работникам скорой медицинской помощи необходимо знать принципы оказания помощи большому количеству пострадавших с взрывными травмами.

В исследуемый период было зарегистрировано 198 обращений за медицинской помощью в 15 организаций здравоохранения, проводящих стационарное лечение. Наибольшее количество пострадавших обратилось в УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи» г. Минска (40) (многопрофильный специализированный центр), а также в УЗ «2-я ГКБ» г. Минска (19) и УЗ «3-я ГКБ им Е.В. Клумова» г. Минска (22) (ближайшие к месту совершения теракта организации здравоохранения).

В течение первого часа после взрыва произошло 70 обращений за медицинской помощью (35,4 %). В течение следующего получаса – 64 (32,3 %). Итого, за первые полтора часа после теракта в организации здравоохранения произошло 134 обращения (67,7 % от числа всех за эти сутки). Следовательно, при совершении теракта наиболее напряженными для приемных отделений организаций здравоохранения являются первые час-полтора работы, когда происходит интенсивное поступление пострадавших.

После обследования 157 пациентов (80,5 %) были госпитализированы для стационарного лечения. В одно отделение поступило от 1 до 17 пациентов. В отделения хирургического профиля были госпитализированы 64,3 % пациентов (101), в отделения реанимации и интенсивной терапии – 22,3 % (35), в отделения травматологического профиля – 8,9 % (14), терапевтического профиля – 3,2 % (5), акушерско-гинекологического профиля – 1,3 % (2). Это подчеркивает необходимость владения навыками работы в экстремальных условиях врачами различных специальностей.

**Особенности выполнения хирургических манипуляций и оперативных вмешательств у пострадавших.** Самым распространённым видом оперативного вмешательства являлась хирургическая обработка ран (47,2 % пострадавших), поэтому врачам-хирургам необходимо владеть техникой проведения первичной хирургической обработки огнестрельных ран.

При травмах черепа в 2 случаях выполнялась трепанация черепа, в 1 – накладывались фрезевые отверстия. При проникающих роговичных (роговично-склеральных) ранениях глаз в 2 случаях выполнялась первичная хирургическая обработка.



Для исключения повреждения органов брюшной полости в 10 случаях выполнялись инвазивные методы: в 2 – видеолапароскопия, в 8 – лапароцентез. Помимо этого, у 1 пациента произведено ушивание ран тонкой кишки, 2 пациента прооперированы из-за ранения слепой кишки (в одном случае выполнено ушивание ран, в другом – сформирована цекостома). У одного пациента в связи с разрывом селезенки выполнена спленэктомия.

При переломах костей конечностей в 8 случаях выполнялась внеочаговая фиксация аппаратами компрессионно-дистракционного остеосинтеза, в 5 случаях отломки фиксировались спицами, в 2 случаях выполнялся накостный металлоостеосинтез пластиной, в 1 случае – скелетное вытяжение, в остальных случаях (21) – гипсовая иммобилизация (временная или постоянная).

В 3 случаях при повреждении магистральных сосудов были выполнены вмешательства по восстановлению кровотока в них: в 2 случаях – сосудистый шов (подколенная и плечевая артерии), в 1 – венозная аутопластика (плечевая артерия), в остальных случаях выполнялось лигирование сосудов.

Таким образом, при оказании помощи при катастрофах приоритетное значение имеют мероприятия, направленные на устранение жизнеугрожающих последствий травм и причины травматического шока.

### **Организационные аспекты оказания медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях**

**Определение направления эвакуации пострадавших с хирургической патологией из очага массовых санитарных потерь.** На основании анализа характера патологии пострадавших вследствие теракта 11 апреля 2011 года, объема оказанной медицинской помощи и места ее оказания, а также причин перевода пациентов между организациями здравоохранения и внутри них нами был разработан метод проведения эвакуационной медицинской сортировки пострадавших с хирургической патологией в очаге массовых санитарных потерь (инструкция по применению № 115-0812, утвержденная Министерством здравоохранения Республики Беларусь 20.12.2012 года). В его основу положен разработанный нами новый термин «эвакоопределяющая патология» – это патология (одно или несколько повреждений или состояний организма), которая представляет в данный момент наибольшую опасность для жизни пострадавшего и (или) определяет направление его эвакуации.

В зависимости от вида эвакоопределяющей патологии определены следующие направления эвакуации (рисунок 1).

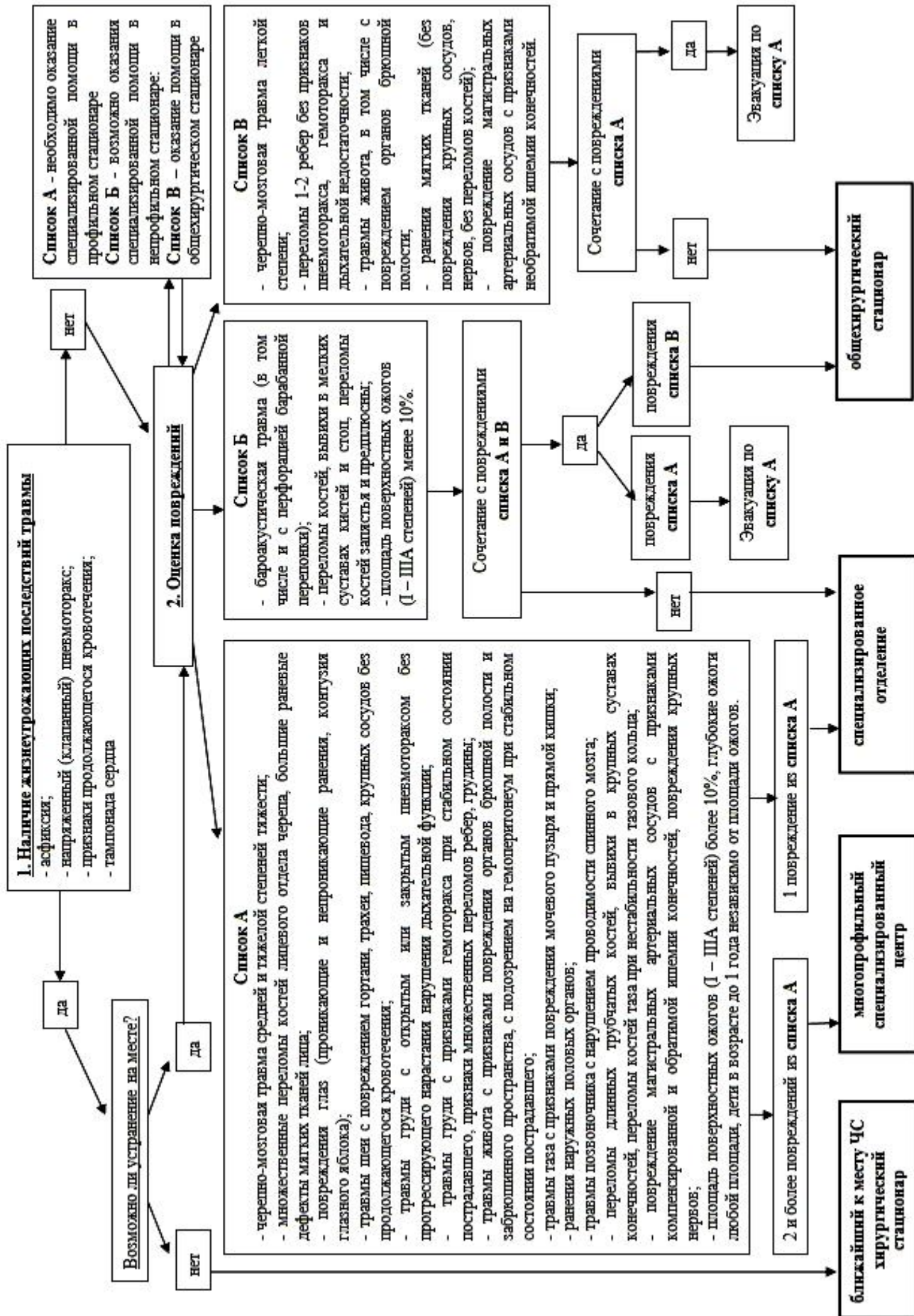


Рисунок 1. – Алгоритм проведения эвакуационной медицинской сортировки

**Организация работы хирургических отделений при массовом поступлении раненых и пострадавших.** В работе хирургического отделения в первые несколько часов после возникновения чрезвычайной ситуации выделяются 2 периода. Первый период (начальный) характеризуется недостатком медицинских работников для оказания помощи всем нуждающимся. Второй период начинается после прибытия дополнительных медицинских работников.

Основные задачи дежурных врачей-хирургов в первый период: подготовка отделения к поступлению большого числа пострадавших (для освобождения коечного фонда производится выписка пациентов, которые могут продолжать лечение амбулаторно), прием пострадавших, их сортировка, а также начало оказания им необходимой помощи.

Нами разработана концепция «контроль медицинских ресурсов», сформулировано четкое показание к ее применению, не допускающее вариативного понимания, определены конкретные мероприятия по ее осуществлению. Она применяется в случаях, когда имеющиеся силы и средства не позволяют выполнить экстренные операции всем нуждающимся. По прибытии дополнительных врачей и функционировании необходимого количества операционных применение данной тактики прекращается.

Концепция «контроль медицинских ресурсов» включает выполнение следующих мероприятий:

1. Обязательное проведение медицинской сортировки. В операционную направляются только пациенты, нуждающиеся в выполнении экстренных операций по жизненным показаниям.

2. Выполнение минимального объема оперативного вмешательства, даже если пострадавший по своему состоянию способен перенести операцию в полном объеме. Необоснованное увеличение продолжительности операции одному пациенту может привести к невозможности выполнения экстренной операции другому.

3. Постоянный мониторинг входящего потока раненых и пострадавших для адекватного реагирования на изменение обстановки.

Для рациональной организации работы во второй период, когда наблюдается даже избыток медицинских работников, необходимо выполнение следующих мероприятий (инструкция по применению № 066-0512, утвержденная Министерством здравоохранения Республики Беларусь 8.06.2012 г.):

1. Назначение врача-координатора (это, как правило, заведующий отделением). Его задача – координация движения пациентов внутри отделения.

2. Назначение врача-хирурга-консультанта из наиболее подготовленных по вопросам оказания неотложной помощи. Его задача – оказание консультативной помощи оперирующим врачам-хирургам, контроль качества

оказания помощи, при необходимости – непосредственное участие в наиболее сложных этапах операции.

3. Формирование хирургических бригад: двухврачебные – для работы в операционной, одноврачебные – для работы в перевязочной.

4. Запись протокола операции и диагноза под диктовку врача-хирурга непосредственно во время операции. Для записи протокола операции привлекается свободный медицинский работник, владеющий основной терминологией, даже из числа средних или младших медработников.

5. Отдельное размещение пострадавших в рядом расположенных палатах, что облегчает наблюдение медицинских работников за пациентами, требующими повышенного внимания.

6. Назначение врача-специалиста, который будет заниматься обычными пациентами, находящимися на лечении в отделении.

Предложенный способ организации работы хирургических отделений доказал свою эффективность в ходе медико-тактического учения, которое проводилось 6 мая 2014 года в ГУ «Республиканский госпиталь Департамента финансов и тыла Министерства внутренних дел». Его применение позволило уменьшить количество тактических ошибок в 2 раза (с 30 % до 15 %), правильно организовать работу отделений, перевязочных и операционных для выполнения экстренных оперативных вмешательств и манипуляций всем нуждающимся пациентам. Выполнение предложенных принципов не требует дополнительных финансовых затрат, однако позволяет сделать работу организации здравоохранения более рациональной.

### **Мониторинг знаний врачей-хирургов по вопросам лечения огнестрельных ранений**

**Результаты тестирования.** Ответы на блок «Огнестрельная рана» в основной группе – 3 (2–4). Не смогли ответить правильно более чем на 50 % вопросов 93,0 % хирургов (251 из 270). Более того, 8,5 % анкетированных (23 из 270 врачей-хирургов) ответили правильно только на 1 из 10 вопросов, а 6 врачей (2,2 %) не ответили правильно ни на один вопрос.

Не было выявлено статистически значимых различий по количеству правильных ответов между группами врачей-хирургов, различающихся по следующим признакам: стаж работы ( $p = 0,0796$ ); наличие квалификационной категории и ее вида (вторая, первая, высшая) ( $p = 0,4011$ ); наличие «узкой» специализации ( $p = 0,6941$ ); окончание клинической ординатуры ( $p = 0,4909$ ); месторасположение организации здравоохранения (г. Минск, областной центр, районный центр) ( $p = 0,6082$ ); место работы – поликлиника / стационар ( $p = 0,5322$ ). Таким образом, врачи-хирурги, работающие в организациях Министерства здравоохранения Республики Беларусь, обладают недостаточным

уровнем знаний особенностей патогенеза и лечения огнестрельных ранений. На уровень знаний не оказывают статистически значимого влияния квалификация врачей-хирургов и место их работы.

**Сравнение уровня знаний хирургов различной ведомственной принадлежности.** Показатели тестирования хирургов Министерства обороны (5 (4–6)) значимо выше, чем у хирургов Министерства здравоохранения (3 (2–4)) ( $p < 0,0001$ ). Это обуславливает целесообразность создания Республиканского центра на функциональной основе по лечению огнестрельной травмы на базе ГУ «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр Вооруженных Сил Республики Беларусь» для повышения качества оказания медицинской помощи пациентам с огнестрельными ранениями и взрывными травмами мирного времени за счет концентрации в одной организации здравоохранения врачей-специалистов различного профиля, имеющих опыт лечения пациентов с огнестрельной травмой, необходимого медицинского оборудования и технологий (Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь и Министерства обороны Республики Беларусь от 17.10.2016 года № 110/22).

Было установлено, что существуют статистически значимые различия в уровне знаний между хирургами, выпускниками военно-медицинских факультетов (военно-медицинской академии), которые работают в организациях Министерства здравоохранения (4 (2–5)) и в организациях Министерства обороны (6 (5–6)) ( $p = 0,0152$ ). При этом нет статистически значимых различий в уровне знаний между врачами-хирургами, работающими в организациях Министерства здравоохранения, которые оканчивали военно-медицинские факультеты (военно-медицинскую академию) (4 (2–5)) и гражданские факультеты (3 (2–4)) ( $p = 0,7295$ ).

Таким образом, уровень знаний врачей-хирургов по лечению огнестрельных ранений во многом определяется послевузовской подготовкой. В соответствии с этим, по нашей инициативе блок вопросов «Хирургия чрезвычайных ситуаций», составленный соискателем, включен в компьютерное тестирование врачей-хирургов для допуска к экзамену на квалификационную категорию.

### **Формирование раны в мышцах конечности при огнестрельных ранениях**

**Морфологические изменения в мышцах конечности.** На поверхности раневого канала (точка 3) у животных основной группы через 24 часа определялись выраженные морфологические изменения (индекс морфологических изменений мышц (ИМИМш) – 12 (10–13)), причем эти изменения оставались на постоянно высоком уровне ( $p = 0,1736$ ). В группе

сравнения отмечено высокое значение ИМИМш (11 (7–11)) на поверхности раневого канала через 24 часа после ранения. В последующем выраженность этих изменений статистически значимо снижалась ( $p = 0,0264$ ) и уже через 48 часов после ранения между всеми точками измерения не было статистически значимых различий ( $p = 0,7413$ ). Показатель ИМИМш в точке 3 в обеих группах через 24 часа после ранения значимо не отличался ( $p = 0,1745$ ), что связано с одинаковым диаметром ранящего снаряда. Однако через 48 и 72 часа показатели ИМИМш в основной группе (13 (13–13) и 13 (12–15)) были значимо выше, чем в группе сравнения (3 (3–5) и 4 (4–5)) ( $p < 0,05$ ). Выявленные данные свидетельствуют о постоянно высоком уровне некротических изменений в точке 3 при огнестрельных ранениях. Это позволяет утверждать, что точка 3, определяемая на поверхности раневого канала, в основной группе соответствует зоне первичного некроза.

В тканях, прилегающих к ране (точки 2 и 4) показатель ИМИМш у животных основной группы значимо не изменялся (24 часа – 6,5 (6–7), 48 часов – 9,5 (4–12), 72 часа – 7,5 (6–12)), ( $p = 0,4501$ ), превышая аналогичные значения в группе сравнения во всех временных интервалах. Выявлено увеличение встречаемости блокады микроциркуляторного русла (МЦР) в данной зоне: через 24 часа после ранения – в 10 % (в 1 из 10 препаратов), через 72 часа после ранения – в 40 %. Таким образом, точки 2 и 4 в основной группе соответствуют зоне вторичного некроза. Данное утверждение основано на «мозаичной» встречаемости в основной группе некротизированных тканей и тканей со сниженной жизнеспособностью (преднекротические изменения), причем в группе сравнения такие выраженные изменения отсутствовали.

Значения ИМИМш в периферических относительно раны участках (точки 1 и 5) в основной группе были значимо ниже, чем в стенках раневого канала (точки 2 и 4). При этом через 24 часа и через 48 часов показатели ИМИМш в точках 1 и 5 не отличались от значений группы сравнения ( $p = 0,0889$  и  $0,0821$  соответственно). Через 72 часа отмечалось значимое увеличение ИМИМш не только по сравнению с предыдущими временными интервалами в основной группе ( $p = 0,0076$ ), но и с идентичным показателем в группе сравнения ( $p = 0,0073$ ). Это было обусловлено, прежде всего, увеличением выраженности воспалительной инфильтрации в тканях, что нужно рассматривать как реакцию организма на выраженную травму, направленную на отграничение зоны вторичного некроза. Отсутствие некротических изменений в точках 1 и 5, идентичность значений ИМИМш через 24 часа и через 48 часов после ранения в основной группе и группе сравнения позволяет утверждать, что точки 1 и 5 не относятся к зоне вторичного некроза, а соответствуют малоизмененным тканям, расположенным кнаружи от этой зоны.

Таким образом, анализ морфологических изменений выявил более тяжелое повреждение тканей при огнестрельных ранениях, что подтверждается значениями ИМИМш. Определение соответствия изучаемых точек зонам огнестрельной раны было необходимо для правильной интерпретации результатов оксиметрии мышц.

**Обмен кислорода в мышцах конечности.** Наименьшая интенсивность обменных процессов отмечается на поверхности раневого канала (точка 3), являющейся частью зоны первичного некроза, о чем свидетельствует низкое значение парциального давления кислорода. Причем этот показатель значимо снижается в течение первых трех суток (через 24 часа – 41,39 мм рт. ст. (33,3–41,5); через 48 часов – 29,32 (19,16–41,77); через 72 часа – 12,23 (8,6–17,52);  $p = 0,0226$ ).

В точках 2 и 4 (зона вторичного некроза) начиная со вторых суток после ранения отмечается повышение парциального давления кислорода по сравнению не только с точкой 3 (зона первичного некроза), но и с периферическими точками измерения 1 и 5, на третьи сутки после ранения эти различия становятся статистически значимыми ( $p = 0,0233$ ). На наш взгляд, эти процессы отображают формирование вторичного некроза и свидетельствуют о компенсаторном увеличении интенсивности кровотока.

В группе сравнения (неогнестрельное ранение) через 24 и 48 часов после ранения не было выявлено значимых различий в показателях парциального давления кислорода между измеряемыми точками ( $p = 0,2974$  и  $0,4623$  соответственно). Не было выявлено значимых различий в значениях скорости поглощения кислорода в разных точках измерения в разные сроки, прошедшие после ранения (через 24 часа –  $N = 2,82$ ,  $p = 0,5882$ ; через 48 часов –  $N = 1,23$ ,  $p = 0,8726$ ; через 72 часа –  $N = 8,08$ ,  $p = 0,0887$ ).

Таким образом, огнестрельное ранение конечности приводит к более выраженным изменениям процессов обмена кислорода в мышечной ткани по сравнению с неогнестрельным ранением. Так как диаметр ранящих снарядов в обоих случаях одинаковый (5,6 мм), то это связано с действием энергии бокового удара при огнестрельных ранениях, что приводит к более выраженным повреждениям тканей. Это подтверждается статистически значимо более низким парциальным давлением кислорода в этой же точке через 72 часа после ранения ( $p = 0,0282$ ). Важным является тот факт, что выявленные изменения формируются в течение нескольких суток, что создает патогенетическое обоснование эффективности рациональных лечебных мероприятий по сохранению жизнеспособности тканей зоны вторичного некроза.

## **Биохимические и висцеральные изменения при огнестрельных ранениях конечности**

### **Изменения биохимических маркеров мышечной деструкции.**

В группе сравнения значимых изменений между показателями калия сыворотки крови (моль/л) в различные сроки после травмы выявлено не было ( $p = 0,8288$ ), что связано с небольшим объемом разрушенной мышечной ткани. В основной группе содержание калия было значимо выше, чем в группе сравнения, во всех изучаемых временных интервалах ( $p < 0,05$ ). В динамике внутри основной группы наблюдались значимые изменения данного показателя ( $p = 0,0344$ ) с наиболее высоким уровнем калия через 48 часов после ранения с его последующим снижением: через 24 часа – 18,5 (17,8–22,3), через 48 часов – 31,3 (28,7–33,5), через 72 часа – 17,8 (17,0–21,1).

В группе сравнения через 24 часа после травмы отмечалось значимое повышение уровня креатининфосфокиназы (КФК) сыворотки крови (Е/л) (13440 (7400–14000)) с последующим снижением до 2200 (1180–2220) и 1420 (1160–1480) ( $p = 0,0178$ ). При огнестрельном ранении во все изучаемые временные интервалы показатели КФК были значимо выше, чем в группе сравнения ( $p < 0,05$ ). При этом в основной группе отмечалось значимое стойкое повышение данного показателя в первые 48 часов после травмы (19940 (19920–23740) и 36400 (36080–36440)) с последующим снижением его к 72 часам 6140 (5320–10420) ( $p = 0,0019$ ).

Таким образом, учитывая условия проведения эксперимента, выявленные изменения в концентрации калия и КФК связаны с более выраженным повреждением мышечной ткани при огнестрельных ранениях. Пиковое значение через 48 часов обусловлено временем формирования зон первичного и вторичного некроза.

В основной группе через 24 часа после травмы у 80 % животных была положительная реакция на миоглобин, у 20 % – слабоположительная. Через 48 часов после травмы положительная реакция на миоглобин отмечалась у 60 % животных, слабоположительная – у 40 %. Через 72 часа после ранения у всех животных основной группы наблюдался отрицательный результат. Это связано с адсорбированием миоглобина в канальцевом аппарате почек с образованием конгломератов и частичной экскрецией с мочой. В группе сравнения реакция на миоглобин была отрицательной во все изучаемые временные интервалы.

Таким образом, при огнестрельных ранениях отмечается более выраженное повреждение мышечной ткани. Так как диаметр ранящего снаряда в обеих группах был одинаков (5,6 мм), то больший объем повреждения мышц при огнестрельном ранении обусловлен большей кинетической энергией пули.

### **Изменения биохимических маркеров полиорганной дисфункции.**

В группе сравнения значимых изменений уровня мочевины (моль/л) в различные



сроки после травмы выявлено не было: через 24 часа – 4,8 (4,6–4,9), через 48 часов – 5,1 (5,0–5,4), через 72 часа – 7,4 (5,2–8,8) ( $p = 0,1918$ ). В основной группе определены значимые изменения данного показателя с повышением его концентрации к 48 часам после ранения и последующим снижением: через 24 часа – 5,6 (5,0–6,5), через 48 часов – 10,5 (9,5–11,1), через 72 часа – 7,1 (5,1–7,1) ( $p = 0,0345$ ). При сравнении групп по данному показателю в основной группе наблюдались достоверные отличия через 48 часов после ранения ( $p = 0,007$ ). Выявленные преходящие изменения в концентрации уровня мочевины связаны с более выраженной ранящей способностью снаряда при огнестрельных ранениях и, как следствие, большим высвобождением нефротоксических продуктов деструкции мышечной ткани. Пиковое значение через 48 часов обусловлено временем формирования зон первичного и вторичного некроза и восстановлением кровотока в них.

В группе сравнения статистически значимых различий коэффициента Де Ритиса (комплексный показатель изменений аминотрансфераз) получено не было): через 24 часа – 0,88 (0,66–1,125), через 48 часов – 0,77 (0,58–1,27), через 72 часа – 1,09 (0,93–1,16) ( $p = 0,96$ ). В основной группе отмечалось повышение коэффициента Де Ритиса через 24 часа после ранения (1,37 (1,29–1,50)) с последующим значимым снижением (до 1,18 (1,17–1,27) и 0,86 (0,76–0,88)) ( $p = 0,033$ ). При сравнении групп между собой в первые 24 часа отмечалось значимое повышения коэффициента в основной группе ( $p = 0,021$ ). Представленные изменения коэффициента Де Ритиса показывают, что при огнестрельном ранении имеются кратковременные нарушения функций печени и миокарда токсического генеза, что подчеркивает тяжесть данного вида повреждения.

Таким образом, изменения в биохимических показателях крови подтверждают, что помимо выраженных местных реакций, имеются нарушения функций почек, печени при огнестрельных ранениях, которые отягощают течение данного вида травматического повреждения.

**Изменения во внутренних органах при огнестрельном ранении конечности.** Наиболее выраженные изменения были выявлены в легких. В основной группе у всех животных отмечали изменения в МЦР: слабо выраженное полнокровие, умеренно выраженные скопления нейтрофилов, сладжи различной степени выраженности. У всех животных в паренхиме выявляли умеренно выраженные ателектазы. В строме легких у всех животных определялся интерстициальный отек и инфильтрация межальвеолярных перегородок (слабо выраженные – у 3 животных, умеренно выраженные – у 2 животных). Значения ИМИЛг в основной группе составили 9 (9–10).

В группе сравнения изменения в легких были менее значимыми: слабо выраженные изменения МЦР (полнокровие и скопление нейтрофилов),

единичные ателектазы паренхимы, у отдельных животных определяли слабо выраженный интерстициальный отек. Значения индекса морфологических изменений легких в группе сравнения составили 4 (4–5), что было статистически значимо ниже, чем в основной группе ( $p = 0,0216$ ).

Таким образом, в основной группе через 3 суток после ранения отмечали более выраженные изменения в легких, свидетельствующие о развитии респираторного дистресс-синдрома. Это необходимо учитывать при проведении комплексного лечения пациентов с огнестрельными ранениями.

Морфологические изменения в печени в обеих группах были представлены слабо выраженными вакуольной дистрофией, инфильтрацией портального тракта и полнокровием. Статистически значимых различий в значениях ИМИПеч между основной группой (3 (1–3)) и группой сравнения (3 (3–4)) выявлено не было ( $p = 0,2962$ ). Это указывает на то, что, несмотря на изменения в биохимических анализах, печеночная ткань обладает достаточной устойчивостью к внешним воздействиям.

Морфологические изменения в почках в группах были различными. В основной группе наряду с выраженными дистрофическими изменениями преобладал распространенный некроз эпителия канальцев, а также блок умеренного количества канальцев. Значения ИМИПч составили 8 (6–8).

В группе сравнения изменения в почках были представлены некрозом отдельных клеток эпителия канальцев, а также блоком единичных канальцев. Значения индекса морфологических изменений почек составили 5 (5–5). Данный показатель был статистически значимо ниже, чем в основной группе ( $p = 0,0367$ ).

Таким образом, при огнестрельном ранении конечности отмечаются более выраженные изменения в почках. Это обусловлено большей тяжестью травмы и поступлением в системный кровоток большого количества продуктов деструкции мышц, что подтверждается биохимическими показателями.

### **Оценка эффективности применения турникета для предупреждения посттравматического эндотоксикоза при разрушении мышц конечности**

**Изменение биохимических показателей крови.** Через 1,5 часа после устранения компрессии концентрация мочевины (моль/л) у животных основной группы (8,4 (7,8–8,5)) была значимо выше, чем в группе сравнения (6,6 (6,4–6,7)) ( $p = 0,0223$ ). Через сутки после устранения компрессии этот показатель в основной группе (7,9 (6,6–9,6)) также был значимо выше, чем в группе сравнения (5,85 (5,1–6,3)) ( $p = 0,0066$ ). Это указывает на более выраженную тяжесть перенесенного шока, в том числе с нарушением почечного кровотока и, соответственно, нарушением функции почек.

Через сутки после устранения компрессии в группе сравнения отмечается снижение показателей мочевины ( $p = 0,0464$ ), что объясняется купированием последствий перенесенного шока. Отсутствие изменений в основной группе ( $p = 0,6726$ ) подтверждает наличие у них более тяжелого травматического шока и поступление в кровяное русло большего количества продуктов нарушенного обмена из мышц, которые подвергались дополнительной ишемии вследствие наложенного турникета.

Сходная тенденция наблюдалась при анализе показателей креатинина в изучаемых группах (моль/л). Через сутки после устранения компрессии в основной группе (117,0 (114,0–132,0)) они были выше, чем в группе сравнения (105,0 (94,0–112,0)) ( $p = 0,0027$ ), а также выше через 1,5 часа после устранения компрессии (109,0 (101,0–118,0)) ( $p = 0,0279$ ).

Таким образом, в основной группе выявлены более высокие значения маркеров почечной дисфункции, как в результатах первого забора крови, что обусловлено более тяжелым травматическим шоком, так и в результатах второго забора крови, что может свидетельствовать о более выраженной блокаде почечных канальцев продуктами реперфузии-рециркуляции.

Не было выявлено значимых различий в содержании ионов калия между группами животных в результатах первого забора крови ( $p = 0,1161$ ), что обусловлено блокадой МЦР вследствие перенесенного шока в первые часы после устранения компрессии. Это подтверждается и отсутствием значимых различий в содержании ионов кальция (моль/л), который также выходит из разрушенных мышц, в результатах первого забора крови между основной группой (2,8 (2,7–2,8)) и группой сравнения (2,89 (2,7–3,32)) ( $p = 0,5203$ ).

Различия между группами в содержании С-реактивного белка (мг/дл), при равенстве других факторов, отражают разницу в тяжести имеющихся повреждений. В результатах первого забора крови значимых различий между основной группой (2,0 (1,25–3,08)) и группой сравнения (1,85 (1,5–2,6)) выявлено не было ( $p = 0,7209$ ). Через сутки после получения травмы в обеих группах происходит закономерное увеличение содержания С-реактивного белка, как в основной группе (4,6 (4,19–5,4)), так и в группе сравнения (2,88 (1,6–4,2)). Это объясняется постепенным восстановлением гемодинамики в освобожденном сегменте конечности и поступлением в кровь из очага повреждения различных веществ, в том числе и медиаторов воспаления. Однако только в основной группе данное увеличение было статистически значимым ( $p = 0,0179$ ). Более того, уровень С-реактивного белка во втором заборе крови основной группы статистически значимо отличается и от группы сравнения ( $p = 0,0472$ ). Можно утверждать, что более высокий уровень С-реактивного белка в основной группе через сутки после устранения компрессии свидетельствует о более высоком уровне медиаторов воспаления,

что обусловлено более выраженным объемом повреждения тканей (единственное различие в условии проведения эксперимента – наложение турникета у животных основной группы).

Таким образом, в первые часы после травмы не происходит быстрого восстановления кровотока в очаге повреждения, что подтверждается статистически не значимыми различиями в содержании калия, кальция через 1,5 часа после устранения компрессии в основной группе и в группе сравнения. Наложение турникета приводит к увеличению повреждения тканей конечности, о чем свидетельствуют статистически значимые различия между основной группой и группой сравнения в содержании С-реактивного белка, мочевины и креатинина через сутки после устранения компрессии.

**Морфологические изменения.** Оценивались изменения в мышцах пораженной конечности для оценки локального ишемического и травматического воздействия турникета и изменения во внутренних органах как следствие травматического шока и явлений реперфузии-рециркуляции.

У животных основной группы значения ИМИМш составили 10,5 (10,0–12,5), в группе сравнения 7,0 (4,0–10,0) ( $p = 0,0357$ ). Это свидетельствует о более выраженных деструктивных изменениях в мышцах сдавливаемой конечности у животных основной группы. Учитывая равные условия компрессии в обеих группах, данные различия обусловлены именно применением турникета, что объясняется увеличением времени ишемии конечности, а также воспалительной реакцией в ответ на более тяжелые повреждения.

Более выраженные деструктивные изменения в мышцах сдавливаемой конечности у животных основной группы обуславливают более выраженные изменения в органах-мишенях (почках и легких), что подтверждается значениями ИМИПч и ИМИЛг.

В основной группе значения ИМИПч составили 4 (4–5), а в группе сравнения 3 (2–3) ( $p = 0,0104$ ). Были выявлены статистически значимые различия в значениях ИМИЛг между животными основной группы (11 (7–13)) и группы сравнения (5 (4–9)) ( $p = 0,0341$ ). Это связано с развитием более тяжелого синдрома реперфузии-рециркуляции и с дополнительным травмирующим воздействием применяемого турникета в основной группе.

Таким образом, применение турникета приводит к более выраженным деструктивным изменениям в мышцах пораженной конечности, а также к более значимым повреждениям почек и легких. Следовательно, нецелесообразно применять турникет у пострадавших с обширным разрушением мышц конечности при сохранении ее жизнеспособности для предотвращения развития посттравматического эндотоксикоза.

## **Применение антигипоксантов для лечения огнестрельных ранений мышц конечности**

**Влияние антигипоксантов на динамику раневого процесса.** Через сутки после ранения во всех группах («Эмоксипин», «Мексibel», «Контроль») определяли некротический тип цитограммы: тканевой детрит и остатки разрушенных нейтрофилов, большое количество микроорганизмов, расположенных внеклеточно.

Через 3 суток после ранения в группе «Контроль» преобладал некротический тип цитограммы (80 %), однако в 20 % случаев встречался дегенеративно-воспалительный тип цитограммы (появление признаков фагоцитарной активности более сохраненных нейтрофилов с расположением отдельных микроорганизмов внутриклеточно), что свидетельствовало о слабых признаках воспалительной реакции. В группе «Мексibel» преобладал дегенеративно-воспалительный тип цитограммы (60 %), в 20 % случаев определяли воспалительный тип цитограммы (увеличение числа сохраненных нейтрофилов, появление макрофагов и полибластов), что свидетельствовало о нормальном течении острого воспаления. В группе «Эмоксипин» воспалительный тип цитограммы выявили у 60 % животных, что указывает на более быстрое течение первой фазы раневого процесса (фазы воспаления) в данной группе.

Через 5 суток после ранения в группе «Контроль» сохранялись некротический (40 %) и дегенеративно-воспалительный (60 %) типы цитограмм. В группе «Мексibel» существенной динамики раневого процесса также не было: дегенеративно-воспалительный тип цитограммы был у 60 % животных, воспалительный тип цитограммы был в 20 % случаев. В группе «Эмоксипин» воспалительный тип цитограммы был у 40 % животных, в остальных 60 % случаев отмечался воспалительно-регенераторный и регенераторно-воспалительный типы цитограмм (уменьшение числа нейтрофилов, наличие полибластов, макрофагов, фибробластов, волокон и эпителиальных клеток). Это свидетельствовало о развитии у 60 % животных группы «Эмоксипин» второй фазы раневого процесса.

Через 7 суток после ранения в группе «Контроль» сохранялись некротический и дегенеративно-воспалительный типы цитограмм. В группе «Мексibel» дегенеративно-воспалительный тип цитограммы был у 40 % животных, воспалительный тип цитограммы был в 40 % случаев. В 20 % случаев отмечался воспалительно-регенераторный тип цитограммы, что указывает на начало второй фазы раневого процесса в данной группе. В группе «Эмоксипин» у всех животных цитограммы указывали на вторую фазу раневого процесса: воспалительно-регенераторный тип цитограммы – 60 % случаев и регенераторно-воспалительный тип цитограммы – 40 %.

Таким образом, в группе «Эмоксипин» отмечается более раннее начало фазы регенерации в динамике раневого процесса (на 2 суток раньше, чем в группе «Мексibel») и наличие воспалительно-регенераторного и регенераторно-воспалительного типов цитограмм у всех животных данной группы через 7 суток после ранения.

**Влияние мексibела и эмоксипина на морфологические изменения поврежденных мышц.** Выраженность морфологических изменений оценивалась в различных участках поврежденных мышц: точка 3 (зона первичного некроза), точки 2 и 4 (зона вторичного некроза), куда непосредственно вводились сравниваемые лекарственные средства, точки 1 и 5 (ткани вокруг зоны вторичного некроза).

Значения ИМИМш в точке 3 в различных группах статистически значимо отличались: «Эмоксипин» – 5 (2–7), «Мексibel» – 8 (7–12), «Контроль» – 10 (8–11) ( $H = 7,8044$ ,  $p = 0,0202$ ). Таким образом, у животных, получавших антигипоксанты, воспалительно-некротические изменения на поверхности раневого канала менее выраженные, чем в контрольной группе. Однако только при сравнении групп «Эмоксипин» / «Контроль» различия являются статистически значимыми –  $p = 0,0121$  («Мексibel» / «Контроль» –  $p = 0,6015$ ).

Наибольший интерес представлял анализ изменений в точках 2 и 4 (зона вторичного некроза), так как непосредственно в эту зону в процессе лечения вводили сравниваемые лекарственные средства: «Эмоксипин» – ИМИМш равен 4 (3–7), «Мексibel» – 7 (5–10), «Контроль» – 11,5 (10–13) ( $H = 13,32$ ,  $p = 0,0013$ ). В обеих сравниваемых группах значения ИМИМш значимо ниже, чем в группе «Контроль»: «Эмоксипин» –  $U = 6,5$ ,  $p = 0,0012$ ; «Мексibel» –  $U = 20,5$ ,  $p = 0,0284$ . Более того, значения ИМИМш в группе «Эмоксипин» статистически значимо ниже, чем в группе «Мексibel» ( $U = 24$ ,  $p = 0,0498$ ).

Таким образом, выраженность воспалительно-некротических изменений в мышцах в группе «Эмоксипин» значимо ниже не только по сравнению с группой «Контроль», но и с группой «Мексibel».

Значения ИМИМш в периферических тканях (точки 1 и 5) в группах «Эмоксипин» – 5 (4–7) и «Мексibel» – 6 (4–7) были ниже, чем в группе «Контроль» – 7 (5–10), однако данные различия были статистически не значимыми ( $H = 2,2$ ,  $p = 0,3329$ ).

Таким образом, паравульнарное внутримышечное введение антигипоксантов при огнестрельных ранениях конечностей позволяет снизить выраженность воспалительно-некротических изменений в мышцах. При этом применение эмоксипина позволило получить более значимый лечебный эффект. Наиболее достоверным подтверждением этого является статистически значимое снижение индекса морфологических изменений мышц зоны вторичного некроза (4 (3–7)) на 57,5 % по сравнению с животными

контрольной группы (11,5 (10–13),  $p = 0,0012$ ) и на 40,0 % по сравнению с животными, при лечении которых применяли мексibel (7 (5–10),  $p = 0,0498$ ). Более того, при применении эмоксипина было выявлено значимое уменьшение воспалительно-некротических изменений в мышцах на поверхности раневого канала (5 (2–7)) (по сравнению с контрольной группой (10 (8–11),  $p = 0,0121$ ). Выявленные различия, по нашему мнению, связаны с воздействием эмоксипина не только на окислительно-восстановительные процессы на митохондриальном уровне, но и на уровне микроциркуляторного русла. Это подтверждается более низкой частотой встречаемости блокады микроциркуляторного русла в мышцах животных группы «Эмоксипин», в том числе и в стенках раневого канала: «Эмоксипин» – 10 %, «Мексibel» – 30 %, «Контроль» – 80 %.

Таким образом, паравульнарное внутримышечное введение антигипоксантов при огнестрельных ранениях конечностей позволяет снизить выраженность воспалительно-некротических изменений в мышцах, при этом применение эмоксипина приводит к более значимому лечебному эффекту. На разработанный метод лечения огнестрельной раны с паравульнарным внутримышечным введением эмоксипина подана заявка на патент на изобретение № а 20150475 (от 30.09.2015), получено решение о выдаче патента.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### Основные научные результаты диссертации

1. Структура взрывных повреждений 11 апреля 2011 года зависела от места взрыва и расположения взрывного устройства: в 47,2 % случаев определялась сочетанная травма, в 35,4 % – комбинированные повреждения (в 78,3 % они были обусловлены совместным воздействием осколков и бароакустического фактора). Преобладало поражение нижних конечностей (69,8 % пациентов с повреждениями мягких тканей и 90 % – с переломами костей). Особенностью взрыва в замкнутом пространстве явился большой удельный вес бароакустической травмы – 47,7 % пострадавших, из них в 44,1 % случаев выявлена перфорация барабанной перепонки. Основными факторами танатогенеза в 27,3 % случаев стали несовместимые с жизнью повреждения, в 54,5 % – массивная кровопотеря и травматический шок [1, 4, 5, 10, 13, 38].

2. Обращаемость за медицинской помощью носила неравномерный по времени характер: в течение первых 1,5 часов после теракта в организации здравоохранения произошло 134 обращения (67,7 %). Для стационарного лечения были госпитализированы 157 пациентов (80,5 %), преимущественно в хирургические (64,3 %) и реанимационные (22,3 %) отделения. При проведении медицинской сортировки в очаге массовых санитарных потерь необходимо выявить эвакоопределяющую патологию. При несоответствии

числа пострадавших числу необходимых для оказания помощи врачей-хирургов целесообразно придерживаться концепции «контроль медицинских ресурсов». При избытке медицинских работников необходимо четкое распределение обязанностей, с формированием операционных бригад, назначением хирурга-консультанта, врача-координатора, врача-специалиста, наблюдающего пациентов отделения [1, 2, 3, 6, 7, 11, 14, 17, 29, 31, 32, 34, 39].

3. Недостаточный уровень знаний особенностей патогенеза и лечения огнестрельных ран показали 93,0 % врачей-хирургов, работающих в организациях Министерства здравоохранения Республики Беларусь. На это не влияют квалификация хирургов (стаж работы, квалификационная категория, наличие специализации, окончание клинической ординатуры) и место их работы (уровень организации здравоохранения и его месторасположение) ( $p > 0,05$ ). У хирургов организаций Министерства обороны уровень знания особенностей лечения огнестрельных ран (5 (4–6)) значимо выше, чем у хирургов организаций Министерства здравоохранения (3 (2–4)) ( $p < 0,001$ ). Это определяется не базовым медицинским образованием, а условиями работы врача и его мотивацией к самообразованию, что обуславливает необходимость включения вопросов по лечению огнестрельных ранений в аттестацию хирургов [1, 8, 9, 12, 15, 40].

4. Прямая оксиметрия в сочетании с морфологическими исследованиями позволяет объективно оценить в динамике степень повреждения мышц конечности при огнестрельном ранении. Наименее интенсивные обменные процессы отмечаются на поверхности раны, которая является частью зоны первичного некроза. Об этом свидетельствует значимое снижение парциального давления кислорода после ранения от 41,39 (33,3–41,5) мм рт. ст. через 24 часа до 12,23 (8,6–17,52) мм рт. ст. через 72 часа ( $p = 0,0226$ ). Для зоны вторичного некроза характерно компенсаторное усиление кровоснабжения, сочетающееся со статистически значимым снижением скорости обмена кислорода – 193,8 (153,4–279,43) мм рт. ст./мин по сравнению с периферическими участками – 347,4 (276,44–371,03) мм рт. ст./мин ( $p = 0,0413$ ). Функциональные и морфологические изменения в мышцах формируются в течение 2–3 суток, что создает патогенетическое обоснование проведения повторной первичной хирургической обработки в эти сроки [1, 21, 22, 35].

5. Более выраженное повреждение мышечной ткани при огнестрельных ранениях конечности обуславливает изменения в биохимических показателях крови и во внутренних органах. Выявлены значимые изменения в уровне биохимических маркеров мышечной деструкции (калий, креатининфосфокиназа, миоглобин), а также в уровне биохимических маркеров полиорганной дисфункции (мочевина, аминотрансферазы) ( $p < 0,05$ ). Через 72 часа после огнестрельного ранения определены более выраженные изменения в легких



(индекс морфологических изменений легких равен 9 (9–10),  $p = 0,0216$ ), свидетельствующие о формировании респираторного дистресс-синдрома, а также в почках (индекс морфологических изменений почек равен 8 (6–8),  $p = 0,0367$ ), обусловленные более тяжелым эндотоксикозом. Это необходимо учитывать в комплексном лечении пострадавших с огнестрельными ранениями [23, 24, 26, 30, 36, 37].

6. Наложение турникета с целью предупреждения развития посттравматического эндотоксикоза приводит к увеличению повреждения тканей конечности и более высокому уровню маркеров почечной дисфункции, о чем свидетельствуют статистически значимые различия между основной группой и группой сравнения в содержании С-реактивного белка, мочевины и креатинина ( $p < 0,05$ ) через сутки после травмы. При этом через 1,5 часа после травмы не происходит быстрого восстановления кровотока в поврежденных мышцах, что подтверждается статистически не значимыми различиями в содержании калия, кальция в основной группе и в группе сравнения ( $p > 0,05$ ). Применение турникета приводит к более выраженным деструктивным изменениям в мышцах пораженной конечности, а также к более значимым повреждениям почек и легких. Это свидетельствует о нецелесообразности профилактического применения турникета для предупреждения развития посттравматического эндотоксикоза при сохраненной жизнеспособности конечности [1, 18, 19, 43].

7. Паравульнарное внутримышечное введение метилэтилпиридинола гидрохлорида (эмоксипин) при огнестрельном ранении конечности привело к появлению фазы регенерации на 2 суток раньше, чем при применении этилметилгидроксипиридина сукцината (мексibel), а также к более выраженной динамике раневого процесса: через 7 суток после ранения при применении эмоксипина фаза регенерации определялась в 100 % цитограмм, при применении мексibel – в 20 % цитограмм. Выраженность воспалительно-некротических изменений в мышцах при паравульнарном введении эмоксипина на 57,5 % ниже, чем в контрольной группе, и на 40,0 % ниже, чем у животных, при лечении которых применяли мексibel ( $p < 0,05$ ), что подтверждается значениями индекса морфологических изменений мышц. Применение эмоксипина позволило получить более значимый лечебный эффект, связанный с возможностью эмоксипина более эффективно улучшать кровоснабжение тканей, что подтверждается уменьшением встречаемости блокады микроциркуляторного русла при морфологическом исследовании [25, 27, 28].

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

1. При наличии повреждений различных анатомических областей обследование пациента должно быть направлено, в первую очередь, на

выявление жизнеугрожающих последствий травмы: асфиксия; напряженный пневмоторакс; внутриплевральное и внутрибрюшное кровотечения; интенсивное наружное кровотечение, не остановленное при помощи методов временной остановки [41].

2. Основой проведения диагностического поиска при взрывной травме является выявление повреждений, обусловленных воздействием на организм поражающих факторов взрыва: механический фактор (действие осколков, отбрасывающее действие); действие газопламенной струи; бароакустический фактор; психогенный фактор; токсическое действие продуктов взрыва [4].

3. Приоритетное значение при оказании медицинской помощи на месте взрыва имеет остановка продолжающегося кровотечения, раннее начало инфузионной терапии [13].

4. Выбор направления эвакуации пострадавшего должен быть основан на установлении эвакоопределяющей патологии (комплексном показателе, учитывающем вид травмы, тяжесть состояния пациента, наличие организаций здравоохранения и объем оказываемой в них медицинской помощи) и определяется с помощью разработанного алгоритма проведения эвакуационной медицинской сортировки [42].

5. При оказании помощи пострадавшим при взрывной травме следует руководствоваться, прежде всего, принципами многоэтапного хирургического лечения («контроль повреждения» и «контроль медицинских ресурсов»), определяя тот объем вмешательств, который должен быть выполнен по жизненным показаниям [16, 33].

6. Необходимо регулярно проводить с медицинскими работниками занятия по организации их работы при возникновении чрезвычайной ситуации, делая основной упор на их практическую направленность [20].

7. При обследовании и лечении пострадавших с огнестрельными ранениями врач должен учитывать более высокий риск развития у них висцеральных осложнений, прежде всего со стороны легких и почек [24].

8. Турникет при разрушении мышц конечности необходимо накладывать при продолжающемся артериальном кровотечении из магистральных артерий, при наличии признаков необратимой ишемии, при травматическом разрушении сегмента конечности, которое в последующем приведет к ампутации [18, 19].

9. При первичной хирургической обработке следует избегать излишнего иссечения мышечной ткани, так как окончательная граница некроза формируется в течение 2–3 суток, что контролируется при проведении повторной первичной хирургической обработки [21].

**СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ****Монография**

1. Трухан, А. П. Хирургическая помощь в чрезвычайных ситуациях / А. П. Трухан. – Минск: КИИ, 2015. – 147 с.

**Статьи в рецензируемых журналах**

2. Трухан, А. П. Особенности обращения за медицинской помощью пострадавших при террористическом акте 11 апреля 2011 года / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик // Экстренная медицина. – 2012. – № 2. – С. 56–62.

3. Хирургическая помощь при поступлении большого количества пострадавших с взрывными поражениями / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, К. А. Федоров // Новости хирургии. – 2012. – Т. 20, № 3. – С. 60–64.

4. Взрывная травма: сочетанная и комбинированная / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, К. А. Федоров // Военная медицина. – 2012. – № 2. – С. 82–84.

5. Трухан, А. П. Характеристика повреждений у пострадавших при террористическом акте в Минском метрополитене 11 апреля 2011 года / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик // Медицинские новости. – 2012. – № 7. – С. 53–56.

6. Формирование клинического диагноза у пострадавших с взрывной травмой / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, И. И. Пикирениа // Новости хирургии. – 2012. – Т. 20, № 4. – С. 118–121.

7. Возможности амбулаторного и стационарного лечения пострадавших с взрывными повреждениями / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. И. Сиренко, В. Е. Корик // Военная медицина. – 2012. – № 3. – С. 9–12.

8. Шнитко, С. Н. Лечение огнестрельных ранений: заблуждения и ошибки / С. Н. Шнитко, А. П. Трухан // Военная медицина. – 2012. – № 3. – С. 12–15.

9. Трухан, А. П. Оценка уровня знания особенностей боевой хирургической травмы. Часть 1: Огнестрельные ранения / А. П. Трухан // Новости хирургии. – 2012. – Т. 20, № 5. – С. 111–115.

10. Trukhan, A. P. Character of injuries in victims of terrorist attack in the Minsk underground on April, 11th, 2011 / A. P. Trukhan, S. A. Zhidkov, V. E. Korik // International Review of the Armed Forces Medical Services. – 2012. – № 4. – P. 56–59.

11. Организация работы хирургического отделения при массовом поступлении пострадавших / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. И. Сиренко, В. Е. Корик, С. Н. Прусевич // Здравоохранение. – 2013. – № 2. – С. 38–40.

12. Трухан, А. П. Пути оптимизации системы подготовки врачей-хирургов к оказанию помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик // *Здравоохранение*. – 2013. – № 4. – С. 11–14.

13. Факторы танатогенеза при взрывной травме / А. П. Трухан, С. А. Жидков, Ю. А. Овсиюк, И. Р. Николайчик, В. Е. Корик, Ю. М. Юрашевич // *Медицинские новости*. – 2013. – № 4. – С. 69–71.

14. Особенности работы бригад скорой медицинской помощи по оказанию помощи пострадавшим вследствие террористического акта / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, А. Е. Жинко, Н. П. Новикова, С. Ю. Грачев, О. В. Стецурин // *Врач скорой помощи*. – 2013. – № 4. – С. 25–29.

15. Трухан, А. П. Индивидуальная теоретическая подготовка врачей-хирургов к оказанию хирургической помощи в чрезвычайных ситуациях / А. П. Трухан // *Вестник Санкт-Петербургского университета*. Серия 11. – 2013. – № 3. – С. 179–183.

16. Принципы применения многоэтапного хирургического лечения в хирургии катастроф / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, С. И. Перепелица // *Хирургия*. Восточная Европа. – 2013. – № 4. – С. 127–132.

17. Организационные принципы работы в очаге массовых санитарных потерь: эвакуационная медицинская сортировка / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, О. В. Стецурин, А. Е. Жинко // *Военная медицина*. – 2014. – № 1. – С. 8–10.

18. Трухан, А. П. Оценка эффективности применения жгута как элемента первой помощи при синдроме длительного сдавления. Сообщение 1: Изменения биохимических показателей / А. П. Трухан // *Новости хирургии*. – 2014. – Т. 22, № 3. – С. 280–285.

19. Трухан, А. П. Оценка эффективности применения жгута как элемента первой помощи при синдроме длительного сдавления. Сообщение 2: Морфологические изменения / А. П. Трухан // *Новости хирургии*. – 2014. – Т. 22, № 6. – С. 649–653.

20. Оказание медицинской помощи пострадавшим вследствие чрезвычайной ситуации: от теории к практике / А. П. Трухан, С. А. Жидков, Л. В. Апанасович, Н. А. Ткаченко, Е. А. Багрова // *Здравоохранение*. – 2014. – № 12. – С. 19–22.

21. Трухан, А. П. Обмен кислорода в мышцах конечности при огнестрельных ранениях / А. П. Трухан // *Медицинские новости*. – 2014. – № 12. – С. 78–80.

22. Морфологические особенности формирования раневого канала при огнестрельных ранениях / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, Т. А. Летковская, А. С. Жидков, Д. Г. Терешко, С.Н. Пивоварчик // *Экстренная медицина*. – 2014. – № 4. – С. 49–55.

23. Изменения биохимических показателей мышечной деструкции при огнестрельном ранении нижних конечностей / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, А. С. Жидков, Д. Г. Терешко, С. Н. Пивоварчик // Военная медицина. – 2015. – № 2. – С. 49–51.

24. Биохимические маркеры полиорганной дисфункции при огнестрельном ранении нижних конечностей / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, А. С. Жидков, Д. Г. Терешко, С. Н. Пивоварчик // Экстренная медицина. – 2015. – № 2. – С. 30–35.

25. Трухан, А. П. Применение мексибела и эмоксипина для лечения огнестрельных ранений конечности / А. П. Трухан // Медицинские новости. – 2015. – № 11. – С. 58–60.

26. Трухан, А. П. Особенности развития висцеральных изменений при огнестрельном ранении конечности / А. П. Трухан, Т. А. Летковская, А. Л. Попченко // Военная медицина. – 2016. – № 2. – С. 129 – 131.

27. Влияние местного применения антигипоксантов на динамику раневого процесса при огнестрельных ранениях / А. П. Трухан, Т. А. Летковская, С. А. Жидков, В. Е. Корик, А. С. Жидков, Д. Г. Терешко, С. Н. Пивоварчик // Экстренная медицина. – 2016. – Т. 5, № 2. – С. 252 – 257.

28. Трухан, А. П. Комплексная оценка эффективности паравульнарного введения антигипоксантов при огнестрельных ранениях мышц / А. П. Трухан, С. А. Жидков, Т. А. Летковская // Военно-медицинский журнал. – 2017. – Т. 338, № 1. – С. 34 – 38.

### **Статьи в сборниках научных работ**

29. Жидков, С. А. Организационные особенности оказания хирургической помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях / С. А. Жидков, А. П. Трухан // Проблеми військової охорони здоров'я: збірник наук. праць Української військово-медичної академії. – Київ, 2012. – вип. 37, Т. 1. – С. 24–25.

30. Трухан, А. П. Биохимические изменения крови как показатель деструкции мышц при экспериментальном огнестрельном ранении / А. П. Трухан, Д. Г. Терешко, С. Н. Пивоварчик // Новые исследования молодых ученых 2015: сборник научных работ / под ред. А. В. Сикорского, О. К. Кулаги. – Минск: БГМУ, 2015. – С. 167–172.

### **Материалы конференций**

31. Роль первичной хирургической обработки огнестрельных ран в профилактике раневой инфекции / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, Д. В. Дударев, Ю. А. Котов // Материалы конференции «Актуальные вопросы гнойно-септической хирургии», Бобруйск, 27–28 сентября 2012 г.: Хирургия. Восточная Европа. – 2012. – № 3. – С. 277–278.

32. Профилактика и лечение инфекционных осложнений огнестрельных переломов костей конечностей / О. А. Романов, Г. Н. Вараницкий, А. А. Сухарев, А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик // *Материалы конференции «Актуальные вопросы гнойно-септической хирургии»*, Бобруйск, 27–28 сентября 2012 г.: Хирургия. Восточная Европа. – 2012. – № 3. – С. 303–304.

33. Трухан, А. П. Новый подход к концепции многоэтапного хирургического лечения пострадавших с травмами живота / А. П. Трухан, С. А. Жидков // *Белорусско-польские дни хирургии: сборник материалов VI Международного научно-практического симпозиума*, Каменюки, 31 мая 2013 г. / отв. ред. П. В. Гарелик. – Гродно: ГрГМУ, 2013. – С. 73–75.

34. Роль службы скорой медицинской помощи в ликвидации очага массовых санитарных потерь / А. П. Трухан, С. А. Жидков, А. Е. Жинко, Н. П. Новикова, С. Ю. Грачев // *Экстренная медицинская помощь в современных условиях (сборник научных трудов, посвященный 35-летию учреждения здравоохранения «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи»)*, Минск, 5 декабря 2013 г. / под общ. ред. ректора БелМАПО, чл.-корр. НАН РБ, д.м.н., проф. Ю. Е. Демидчика. – Минск: БелМАПО, 2013. – С. 358–361.

35. Морфологические особенности раневого канала при огнестрельном ранении / А. П. Трухан, Т. А. Летковская, С. А. Жидков, В. Е. Корик, А. С. Жидков, Д. Г. Терешко, С. Н. Пивоварчик // *Материалы республиканской научно-практической конференции «Военная медицина: реалии и перспективы»*, Минск, 4 июня 2015 г.: Военная медицина. – 2015. – № 3. – С. 90–91.

36. Показатели деструкции мышц нижних конечностей при огнестрельном ранении / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, А. С. Жидков, Д. Г. Терешко, С. Н. Пивоварчик // *Материалы республиканской научно-практической конференции «Военная медицина: реалии и перспективы»*, Минск, 4 июня 2015 г.: Военная медицина. – 2015. – № 3. – С. 103–104.

37. Биохимические показатели полиорганной недостаточности при огнестрельном ранении нижних конечностей / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, А. С. Жидков, Д. Г. Терешко, С. Н. Пивоварчик // *Материалы республиканской научно-практической конференции «Военная медицина: реалии и перспективы»*, Минск, 4 июня 2015 г.: Военная медицина. – 2015. – № 3. – С. 81–82.

#### **Тезисы докладов**

38. Zhidkov, S. A. Explosive trauma of peace time: terrorist attack in Minsk underground on April, 11th, 2011 / S. A. Zhidkov, A. P. Trukhan // *International conference «Military health care in regional military, climatic, epidemiological*

environment»: Scientific abstracts, St. Petersburg, 26–30 March 2012. – SPb: «People & Health», 2012. – P. 156–158.

39. Trukhan, A. P. Treatment of patients with explosive defeats in the act of terrorism / A. P. Trukhan // 3<sup>rd</sup> ICMM Pan Arab Regional Working Group Congress on Military Medicine: Scientific abstracts, Abu Dhabi, 9–13 December 2012. – Abu Dhabi, 2012. – P. 117.

40. Trukhan, A. Combat surgical trauma: problematic issues in training of «civil» surgeons / A. Trukhan // ICMM international conference on military medicine: Abstracts, St. Petersburg, 27 October – 1 November 2013. – SPb: «People & Health», 2013. – P. 13–14.

### **Инструкции по применению**

41. Организация работы хирургических отделений при массовом поступлении раненых и пострадавших: инструкция по применению / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, Д. В. Дударев, К. А. Федоров. – Минск: УО «БГМУ», 2012. – 7 с.

42. Метод эвакуационной медицинской сортировки пострадавших с хирургической патологией в очаге массовых санитарных потерь: инструкция по применению / А. П. Трухан, С. А. Жидков, В. Е. Корик, О. В. Стецурин, А. Е. Жинко. – Минск: УО «БГМУ», 2013. – 5 с.

### **Патент**

43. Прибор регулируемой компрессии для экспериментального моделирования синдрома длительного сдавления и травматического шока: пат. 10165 Респ. Беларусь, МПК А 61В 17/00 / А. П. Трухан, С. А. Жидков, М. Г. Киселев, Г. А. Есьман, В. Е. Корик, А. С. Жидков; заявитель Бел. гос. мед. ун-т. – № и 20130140; заявл. 14.02.13; опубл. 30.06.14 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 3. – С. 182–183.

**Трухан Аляксей Пятровіч**

**Хірургічная дапамога пры выбуховых траўмах і агнястрэльных раненнях  
мірнага часу**

**Ключавыя словы:** выбуховая траўма, агнястрэльная рана, хірургічнае аддзяленне, падрыхтоўка ўрачоў-хірургаў, прамае аксіметрыя, антыгіпаксанта.

**Мэта даследавання:** распрацаваць комплексную праграму аказання хірургічнай дапамогі пры выбуховых траўмах і агнястрэльных раненнях мірнага часу, накіраваную на павышэнне эфектыўнасці работы арганізацый аховы здароўя пры надзвычайных сітуацыях, заснаваную на арганізацыйна-метадычных прынцыпах і эксперыментальна абгрунтаваных новых метадах лячэння.

**Метады даследавання:** клінічны, эксперыментальны, біяхімічны, гісталагічны, цыталагічны, статыстычны.

**Атрыманыя вынікі і іх навуковая навізна.** Вызначаны асаблівасці структуры пашкоджанняў пры выбуху ў замкнёнай прасторы для аптымізацыі дыягнастычнага пошуку. Распрацаваны новыя спосабы правядзення эвакуацыйнай медыцынскай сартыроўкі і арганізацыі працы хірургічных аддзяленняў пры паступленні вялікай колькасці пацярпелых з-за надзвычайных сітуацый. Упершыню праведзена ацэнка ўзроўню ведаў хірургаў па пытаннях лячэння агнястрэльных ран, абгрунтавана неабходнасць стварэння Рэспубліканскага цэнтра па лячэнні агнястрэльнай траўмы. Упершыню пры агнястрэльных раненнях ужыты метады прамае аксіметрыі мышачнай тканкі для выяўлення асаблівасцей фарміравання раны. Атрыманыя даныя аб развіцці гіпаксіі ў сценах ранявога канала сталі асновай для распрацоўкі новага метаду лячэння агнястрэльнай раны з паравульнарным унутрымышачным увядзеннем эмаксіпіна. Упершыню ў эксперыменце даказана адмоўнае ўздзеянне прафілактычнага прымянення турнікета пры шырокім разбурэнні мышцаў канечнасці. Удакладнены ўплыў паражальных фактараў агнястрэльных снарадаў на біяхімічныя паказчыкі крыві і змены ва ўнутраных органах, што трэба ўлічваць пры комплексным лячэнні.

**Рэкамендацыі па выкарыстанні:** у хірургічнай практыцы, пры лячэнні пацярпелых з выбуховымі траўмамі і агнястрэльнымі раненнямі.

**Галіна прымянення:** хірургія, патафізіялогія, марфалогія.



## РЕЗЮМЕ

**Трухан Алексей Петрович**

### **Хирургическая помощь при взрывных травмах и огнестрельных ранениях мирного времени**

**Ключевые слова:** взрывная травма, огнестрельная рана, хирургическое отделение, подготовка врачей-хирургов, прямая оксиметрия, антигипоксанты.

**Цель работы:** разработать комплексную программу оказания хирургической помощи при взрывных травмах и огнестрельных ранениях мирного времени, направленную на повышение эффективности работы организаций здравоохранения при чрезвычайных ситуациях, основанную на организационно-методических принципах и экспериментально обоснованных новых методах лечения.

**Методы исследования:** клинический, экспериментальный, биохимический, гистологический, цитологический, статистический.

**Полученные результаты и их научная новизна.** Определены особенности структуры повреждений при взрыве в замкнутом пространстве для оптимизации диагностического поиска. Разработаны новые способы проведения эвакуационной медицинской сортировки и организации работы хирургических отделений при поступлении большого числа пострадавших при чрезвычайных ситуациях. Впервые проведена оценка уровня знаний хирургов по вопросам лечения огнестрельных ран, обоснована необходимость создания Республиканского центра по лечению огнестрельной травмы. Впервые при огнестрельных ранениях применен метод прямой оксиметрии мышечной ткани для выявления особенностей формирования раны. Полученные данные о развитии гипоксии в стенках раны стали основой для разработки нового метода лечения огнестрельной раны с паравульнарным внутримышечным введением эмоксипина. Впервые в эксперименте доказано отрицательное воздействие профилактического применения турникета при обширном разрушении мышц конечности. Уточнено влияние поражающих факторов огнестрельных ранящих снарядов на биохимические показатели крови и изменения во внутренних органах, что надо учитывать при комплексном лечении.

**Рекомендации по использованию:** в хирургической практике, при лечении пострадавших с взрывными травмами и огнестрельными ранениями.

**Область применения:** хирургия, патофизиология, морфология.

## SUMMARY

**Trukhan Alexey Petrovich**

### **The surgical care at blast injuries and gunshot wounds in peacetime**

**Keywords:** blast injury, gunshot wound, surgical department, training of surgeons, direct oximetry, antihypoxants.

**Objective:** to develop a multipurpose program for the providing surgical care at explosive injuries and gunshot wounds in peacetime, aimed to increasing the efficiency of health organizations in emergency situations, based on organizational and methodological principles and experimentally grounded new methods of treatment.

**Methods:** clinical, experimental, biochemical, cytological, histological, statistical.

**The obtained results and scientific novelty.** Structural features of injuries in an explosion in a confined space were defined to optimize the diagnostic search. The new methods of evacuation triage and organization of the surgical departments at entering of a large number of victims of the emergencies are developed. For the first time the level of knowledge of surgeons on surgical care to victims with gunshot wounds was assessed, the necessity of the creation of the Republican Center for treatment of gunshot injuries was substantiated. For the first time the method of direct oximetry of muscle tissue in gunshot wounds was used to identify characteristics of the formation of the wound. The findings about the development of hypoxia in the walls of the wound were the basis for the new method of treatment of a gunshot wound with the paravulnar intramuscular emoxipine introduction. For the first time in the experiment negative impact of prophylactic use of tourniquet with extensive destruction of the limb muscles was proved. The effect of damaging factors injuring gunshot shells on the biochemical parameters of blood and changes in the internal organs was clarified, it is necessary to take into account during the complex treatment.

**Recommendations for use:** in surgical practice in providing medical care for victims with explosive injuries and gunshot wounds.

**Application areas:** surgery, pathophysiology, morphology.

Подписано в печать 21.06.17. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,51. Тираж 60 экз. Заказ 620.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.